

PROMEMORIA 11 | 2021

Raffrescamento con il riscaldamento a pavimento

Riscaldare in inverno e rinfrescare in estate? Con il riscaldamento a pavimento si può! Un riscaldamento radiante, infatti, non consente solo di diffondere calore negli spazi abitativi, ma è anche in grado di sottrarre una certa quantità di calore dall'ambiente. Questo sistema presenta però due aspetti critici che desideriamo analizzare nel dettaglio in questo promemoria.

- La produzione del raffrescamento con riferimento alle prescrizioni di legge e alla sollecitazione degli apparecchi
- La distribuzione e la cessione del raffrescamento attraverso il pavimento in rapporto alla possibile formazione di condensa



Perché raffrescare

In generale gli edifici residenziali non dovrebbero essere raffreddati (vedi anche la norma SIA 180:2014). Per evitare temperature eccessive, i progettisti incaricati applicano le prescrizioni della tecnica delle costruzioni. I sistemi di ombreggiamento esterni fissi riducono notevolmente le alte temperature estive, apparecchi e sistemi d'illuminazione efficienti contribuiscono a prevenire l'immissione di energia negli spazi interni e una capacità di accumulo ottimizzata contrasta eventuali picchi di calore, immagazzinando l'energia nella struttura edilizia. Il metodo più semplice per abbassare il calore accumulato è aprire le finestre durante le ore notturne, più fresche (raffreddamento notturno).

Se tuttavia si ha la necessità di un maggiore raffrescamento, questo deve essere realizzato conformemente alle leggi e prescrizioni vigenti. Nell'edilizia residenziale il raffrescamento realizzato attraverso gli impianti domestici è puramente una questione di comfort. L'abitudine a soggiornare in ambienti climatizzati, come in auto, sui mezzi di trasporto pubblico o negli esercizi commerciali, unita all'evidente aumento delle temperature dovuto al cambiamento climatico, ha fortemente stimolato la domanda di sistemi di raffrescamento anche nel comparto residenziale. È quindi naturale voler sfruttare le possibilità di raffrescamento offerte dal riscaldamento a pavimento abbinato alle pompe di calore. Le possibilità in questo senso sono però limitate. L'ampliamento della funzione termica della pompa di calore per supportare la produzione di fresco è normalmente un'operazione poco costosa. Il presente promemoria intende principalmente evidenziare i limiti di questo sistema.

Sistemi di raffrescamento (fonte e trasformazione)

Raffrescare con il generatore di calore o la fonte energetica

In questo promemoria viene descritto da un lato il principio di raffrescamento naturale (free cooling), realizzato direttamente attraverso uno scambiatore di calore, come nelle sonde geotermiche e nelle pompe di calore ad acqua di falda. Dall'altro lato verrà approfondita anche la possibilità di raffrescare con una pompa di calore ad aria esterna (in modalità inversa) attraverso il riscaldamento radiante. Per potere utilizzare quest'ultima alternativa, occorre attenersi alle leggi e ai requisiti vigenti in campo energetico. Infine, deve essere considerato attentamente anche il collegamento idraulico al sistema, al fine di evitare che la pompa di calore venga sollecitata eccessivamente con frequenti cicli di attivazione, che ne potrebbero ridurre fortemente la durata utile.

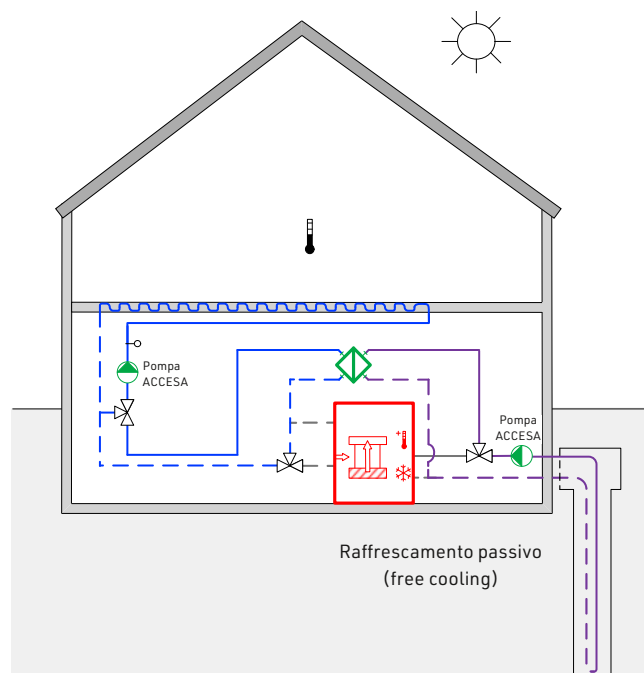
Raffrescamento passivo (free cooling)

Un modo particolarmente economico ed ecologico di raffrescare è il free cooling, il raffrescamento passivo o naturale. Nel free cooling viene sfruttata la differenza di temperatura esistente naturalmente, senza l'impiego di macchinari supplementari. In in-

verno è possibile ottenere il raffrescamento passivo ad esempio con uno scambiatore termico che cede il calore residuo all'aria esterna; in estate è possibile impiegare sonde geotermiche e falde acquifere o acque superficiali (attenzione: è richiesta la concessione). Il raffrescamento passivo con le sonde geotermiche è conosciuto anche come GeoCooling. Si tratta di una soluzione molto apprezzata e diffusa nelle strutture residenziali con riscaldamento a pavimento. L'acqua di riscaldamento, fredda, scorre attraverso il riscaldamento a pavimento, assorbe energia dall'ambiente e si riscalda. L'acqua di riscaldamento riscaldata torna allo scambiatore di calore (vicino alla pompa di calore) che trasferisce l'energia termica alla salamoia. Questa circola tra la casa e il terreno/acqua di falda e cede il calore assorbito al terreno.

La regolazione della pompa di calore comanda le valvole e le pompe di circolazione, oltre a svolgere una funzione di monitoraggio e ad evitare che vengano superati i valori limite per la temperatura di mandata. Una specifica curva caratteristica di raffrescamento determina il valore nominale da impostare per il circuito di raffrescamento. La pompa di calore (condensatore) non si attiva.

La maggior parte delle pompe di calore con sistema di regolazione integrato è in grado di gestire anche il free cooling. Basta selezionare la funzione «free cooling» per garantire il funzionamento automatico in regime di raffrescamento.



[FIG. 1] Raffrescamento passivo (free cooling).

Questo sistema ha i seguenti vantaggi.

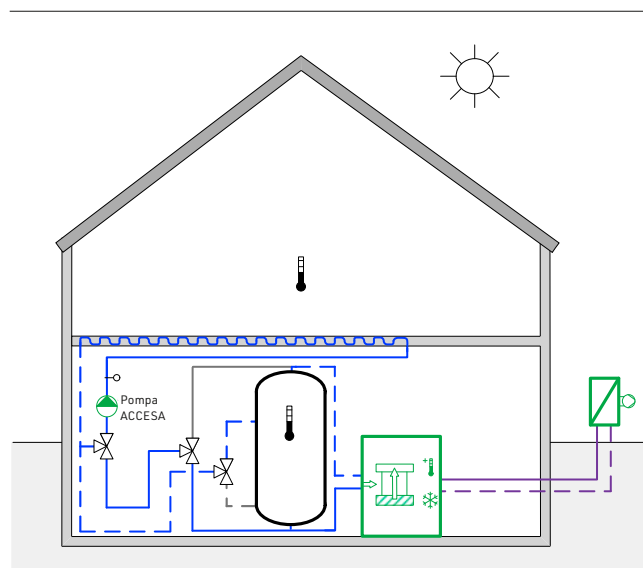
- Il raffrescamento non richiede praticamente nessun consumo di corrente: devono essere attivate solo le pompe di circolazione.
- È possibile raffrescare con un basso apporto di energia (primaria). Rispetto al raffrescamento attivo, la resa è però limitata.
- L'energia sottratta all'edificio attraverso il raffrescamento può essere nuovamente convogliata al terreno con il GeoCooling, rigenerandolo del calore prelevato nel periodo di riscaldamento invernale. Si ottimizza così il coefficiente di lavoro annuo della pompa di calore e si riducono i costi di riscaldamento.
- La durata utile della pompa non è compromessa in quanto quest'ultima non viene messa in funzione per il raffrescamento.

Il sistema di free cooling soddisfa tutti i requisiti delle leggi attualmente vigenti in materia di energia e non occorrono particolari accertamenti o autorizzazioni per la pompa di calore. A seconda del sistema e del Cantone, può essere necessario dichiarare nella domanda di concessione il calore ceduto (ad esempio all'acqua di falda).

Raffrescamento attivo con la pompa di calore

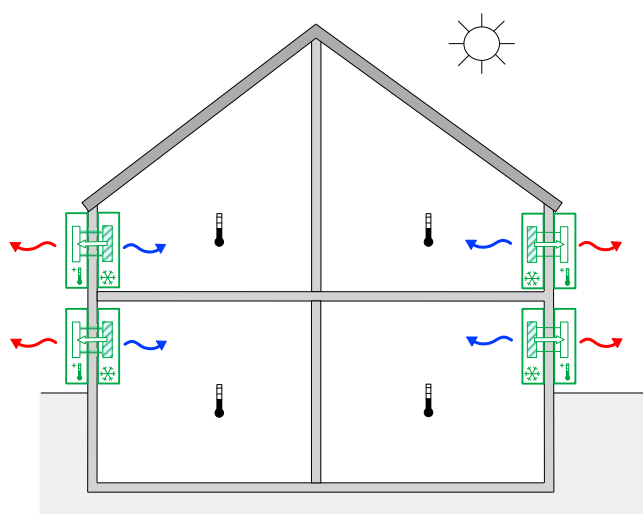
In estate o quando non c'è bisogno di calore, la pompa di calore ad aria può invertire il suo funzionamento (esercizio reversibile). Il calore viene così sottratto all'ambiente e ceduto all'aria esterna. La pompa di calore e le pompe di circolazione si mettono in funzione per il raffrescamento.

- Per il raffrescamento viene consumata molta energia (primaria).
- La capacità di raffrescamento non è limitata da componenti passivi, ma sempre dal sistema di cessione del calore.
- La durata utile della pompa di calore si riduce a causa dei tempi di esercizio più lunghi. Poiché il raffrescamento richiede un esercizio più intenso del riscaldamento, la pompa di calore ha cicli di accensione e spegnimento molto frequenti (incl. macchine a inverter), cosa che può provocare una forte riduzione della vita utile della pompa di calore. Per ridurre il problema, è possibile integrare un accumulatore che agisce da stoccaggio del freddo, coibentato e collegato al circuito idraulico della rete di riscaldamento.
- Eventuali disposizioni cantonali sull'energia possono imporre lo sfruttamento del calore residuo (ad es. per il riscaldamento dell'acqua calda) per gli impianti più grandi.



Pompa di calore reversibile in funzione

[FIG. 2] Raffrescamento attivo con la pompa di calore aria-acqua.



Raffrescamento con pompe di calore aria-refrigerante decentralizzate

[FIG. 3] Raffrescamento con pompe di calore aria-refrigerante decentralizzate (impianto di climatizzazione a split).

Per assicurare la conformità di un sistema di raffrescamento attivo ai requisiti di legge, occorre osservare i punti di cui alla **[FIG. 4]**, che devono essere documentati nella domanda di costruzione.

Bisogna tenere conto che vengono considerati sistemi di raffrescamento attivo anche i dispositivi di raffrescamento mobili, ossia non installati in maniera fissa. Ciò vale anche quando non deve essere presentata una domanda di costruzione.

Nuove costruzioni

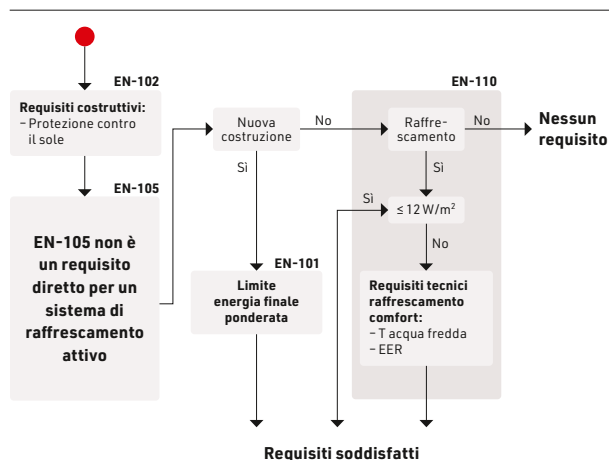
- Osservanza delle condizioni quadro per l'immobile come da **[FIG. 5]**, aiuto all'esecuzione EN-102 «Protezione termica degli edifici» (base norme SIA 180 e 382/1:2014).
- Mantenimento del valore limite in rapporto all'energia ponderata ogni anno prendendo in considerazione il riscaldamento, l'acqua calda, la ventilazione e la climatizzazione nel loro complesso. Calcolo del valore con il Tool EN-101b «Soluzione di calcolo» della Conferenza dei direttori cantonali dell'energia (CdEN).
- Il raffrescamento deve essere regolato in modo da non superare i 26,0 °C di temperatura ambiente.

Risanamento, riparazione

- Anche per opere di risanamento valgono i requisiti della protezione termica degli edifici (vedere Nuove costruzioni).
- Anche per i progetti di risanamento è richiesta l'automazione dei sistemi di protezione dal sole (con alcune eccezioni a livello cantonale per sistemi di raffrescamento installati in un unico locale).
- Se viene superata la potenza elettrica richiesta per l'alimentazione del fluido (pompaggio dell'aria e dell'acqua) e la sua preparazione, pari a 12 W/m², occorre attenersi ai requisiti sull'energia per la produzione del freddo (norma SIA 382/1:2014), cosa dunque quasi sempre necessaria nei sistemi attivi.
- In corso di esercizio anche in questo caso il raffrescamento deve essere bloccato affinché la temperatura ambiente non superi i 26,0 °C.

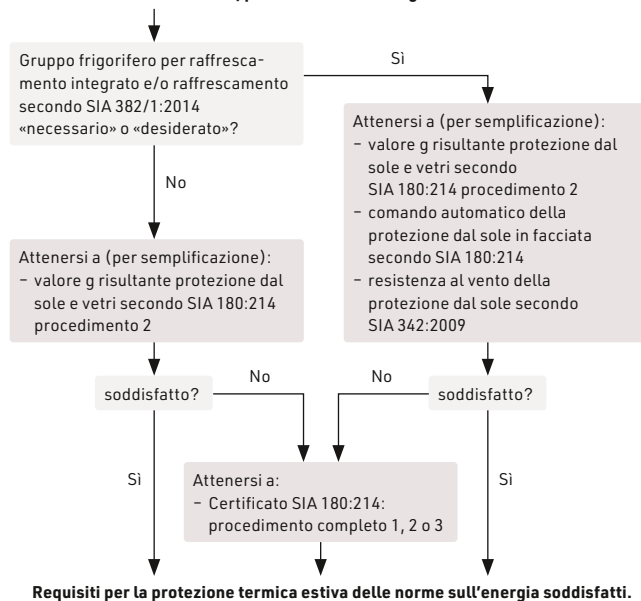
Per le unità ad aria esterna occorre attenersi ai requisiti di tutela ambientale (protezione acustica). In questo caso, oltre a osservare il valore limite occorre anche considerare l'obbligo di legge per la prevenzione dell'inquinamento acustico (calcolo da parte di un perito acustico o ad es. Cercle Bruit). Responsabili dell'osservanza dell'ordinanza contro l'inquinamento acustico sono generalmente i Cantoni.

Per attestare la conformità del fabbisogno energetico alle norme sono ammessi anche altri certificati, che tuttavia devono sempre essere concordati in precedenza con le autorità competenti. Questi possono includere simulazioni dell'immobile, concetti energetici e di sfruttamento del calore residuo e certificati degli standard Minergie.



[FIG. 4] Riepilogo dei requisiti (per Cantoni con leggi sull'energia basate su MoPEC 2014, con riserva di condizioni complementari a livello cantonate) per la protezione dal calore estivo (i requisiti per la ventilazione valgono solo se l'immobile è dotato di un impianto di ventilazione). (Fonte: Canton Argovia, promemoria «Raffrescamento in edifici ad uso residenziale»)

Protezione dal calore estivo, prescrizioni sull'energia



[FIG. 5] Requisiti costruttivi. (Fonte: aiuto all'esecuzione EN-102, CdEN)

In conclusione

All'attuale stato della tecnica, un raffrescamento attivo in un immobile ad uso abitativo richiede un investimento relativamente basso. Non si devono però sottovalutare i costi aggiuntivi necessari per assicurare la conformità del sistema attivo alle prescrizioni di legge. I sistemi non devono ridurre la durata utile dell'impianto se non nel grado previsto e devono essere progettati di conseguenza (ad esempio con l'integrazione di un accumulatore del freddo).

Se possibile, è consigliabile utilizzare un sistema di raffrescamento di tipo passivo.

Riscaldamento a pavimento

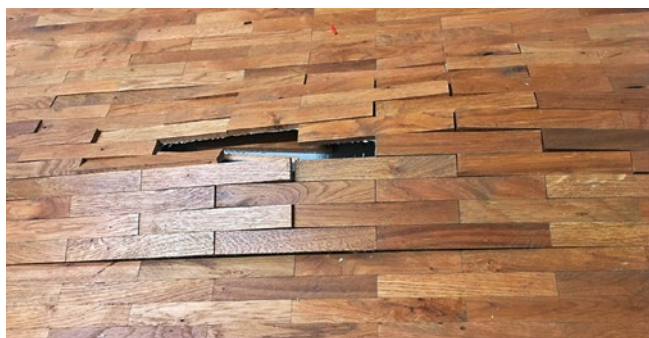
Funzionamento - riscaldare e raffreddare con un unico sistema

Il riscaldamento a pavimento è costituito da tubi di riscaldamento installati all'interno del pavimento. Quando vi scorre l'acqua di riscaldamento calda, il calore trasportato viene trasmesso prima al pavimento e poi all'ambiente. Molti utenti considerano questo calore ad irraggiamento particolarmente gradevole. Il riscaldamento radiante può però essere usato anche per il raffreddamento degli ambienti. In questo caso, attraverso i tubi nel pavimento scorre acqua fredda. Quest'acqua assorbe energia termica dall'ambiente attraverso il pavimento e quindi si riscalda, riducendo così la temperatura interna nelle calde giornate estive.

La capacità di rilasciare o di assorbire il calore è determinata principalmente dalle esigue differenze di temperatura esistenti tra l'acqua di riscaldamento e la temperatura dell'ambiente ed è quindi limitata. Soprattutto sul lato del raffreddamento, per via della condensazione dell'aria ambiente sulle superfici fredde è necessario mantenere una temperatura minima di mandata dell'acqua in funzione del punto di rugiada.

Problemi legati alla condensa (sulle condotte, sopra e dentro il pavimento)

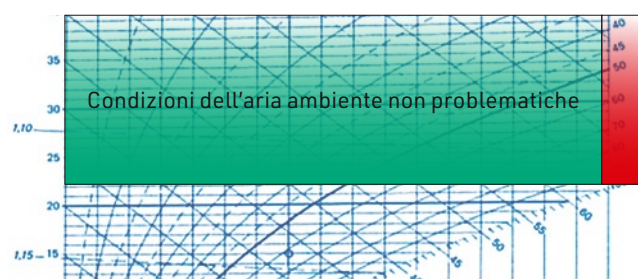
Con il raffreddamento della superficie del pavimento è indispensabile evitare che l'aria ambiente scenda al di sotto del punto di rugiada, in quanto altrimenti l'acqua potrebbe condensare sulla superficie fredda. Per evitare che si formi condensa sulla superficie fredda, viene impiegato un sensore di temperatura e umidità dell'ambiente, collegato al regolatore della pompa di calore. Il regolatore può così calcolare la temperatura minima ammessa per l'acqua fredda. Qui la temperatura di mandata deve essere superiore al punto di rugiada di almeno 3 Kelvin - o di 4 - 5 Kelvin in caso di materiali con proprietà igroscopiche come il parquet di legno. Non è possibile deumidificare l'aria ambiente usando le superfici di raffreddamento. Inoltre, in casi rari (come nei periodi di pioggia in estate) occorre assolutamente limitare la potenza di raffreddamento per evitare il rischio di superamento del punto di rugiada.



[FIG. 6] Immagine di un parquet danneggiato a causa di una temperatura di mandata impostata troppo bassa. (Fonte: EnerHaus Engineering GmbH)

Se il sistema di raffreddamento non riesce a calcolare il punto di rugiada, occorre impostare il regolatore su una curva di raffreddamento crescente in base alla temperatura esterna con un punto base di 19 °C. Se anche questo non fosse possibile, è necessario impostare un valore minimo fisso per la mandata del raffreddamento. L'esperienza mostra che una temperatura di mandata di 20 °C costituisce per la maggior parte del tempo un valore ragionevole (temperatura superficiale intorno ai 22 °C).

Per monitorare la temperatura di mandata si raccomanda l'uso di un termostato di sicurezza, simile a quello per il periodo di riscaldamento, che spenga la pompa di circolazione al raggiungimento di una temperatura inferiore ai 17 °C.



[FIG. 7] Intervallo di temperatura dell'aria che a una temperatura superficiale di 22 °C non comporta criticità in termini di formazione di condensa.

Per evitare la formazione di condensa sulle condotte di distribuzione, sulle colonne montanti e sulle condotte del generatore e del distributore, si raccomanda di usare materiali isolanti che evitino la formazione di acqua di condensa superficiale di almeno 19 mm di spessore (vedi anche promemoria suissetec «Isolazione nella tecnica della costruzione»). Se si prevede di predisporre un sistema di raffreddamento in un futuro prossimo, è bene installare un'isolazione che eviti la formazione di acqua di condensa superficiale fin dall'inizio.

Sfortunatamente, in caso di risanamento un completo isolamento successivo delle condotte è difficilmente praticabile.

Potenza: la capacità di riscaldamento e raffreddamento è limitata

Per quanto riguarda il riscaldamento, sono soprattutto le temperature superficiali massime ammesse a limitare la resa (comfort e temperature ammesse per il massetto e il pavimento). Anche per il raffreddamento la capacità delle superfici riscaldanti e raffreddanti è limitata dalle temperature superficiali. Questa condizione influisce sul benessere e protegge anche dalla formazione di condensa. Infatti, se la temperatura del pavimento si abbassa eccessivamente, l'acqua contenuta nell'aria si depositerà su di esso.

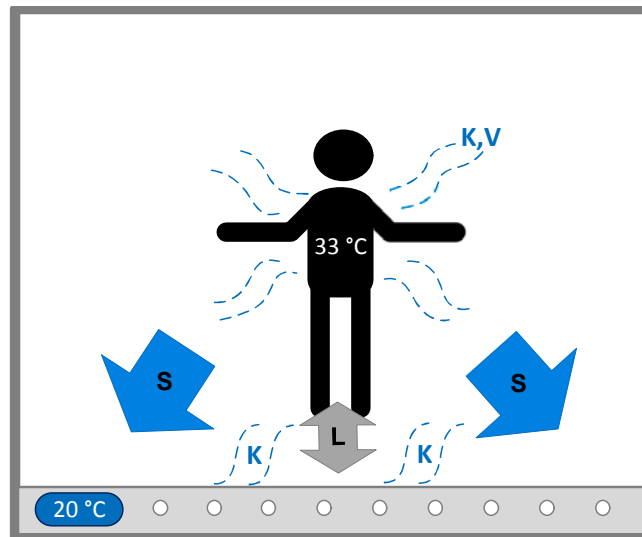
Quando per ridurre il calore negli ambienti si usa un sistema di riscaldamento/raffreddamento a pavimento, la capacità di raffreddamento che può essere trasmessa è di circa $7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (contro gli $11 \text{ W/m}^2\text{K}$ di un raffreddamento a soffitto). Così, ad esempio, con una temperatura del pavimento di 22°C e una temperatura ambiente di 26°C si ottiene una capacità di raffreddamento di circa 25 W/m^2 . Per via della temperatura relativamente alta del pavimento durante il raffreddamento, il comfort termico non viene compromesso («piedi freddi»).

Il grande vantaggio rispetto a un raffreddamento con ventilconvettori (fan coil) è che il raffreddamento attraverso il pavimento non produce correnti d'aria o rumore. Un ulteriore vantaggio a livello architettonico è l'assenza di apparecchi che ingombrano le stanze.

La resa che si può ottenere con un riscaldamento a pavimento usato per rilasciare calore (riscaldamento) o assorbirlo (raffreddamento) è determinata da tre fattori.

Il riscaldamento a pavimento è un sistema di cessione di calore che funziona prevalentemente per irraggiamento termico (quota «S»). L'irraggiamento termico ammonta a circa il 60 - 95%. Ciò significa che la trasmissione attraverso l'aria, la convezione o la conduzione termica svolgono un ruolo secondario.

Quando il riscaldamento a pavimento viene usato per il raffreddamento, la capacità di raffreddamento si riduce quasi completamente alla quota d'irraggiamento. Questa dipende dalla differenza di temperatura tra il pavimento, le altre superfici (pareti, mobili, persone ecc.) e la temperatura ambiente. A seconda della differenza, la capacità di raffreddamento varia tra 5 e 50 W/m^2 . Il raffreddamento della zona giorno si aggira normalmente tra 10 e 30 W/m^2 (in funzione dei fattori indicati sopra). L'esperienza mostra che quando ci si attiene alle condizioni indicate sopra, si può ottenere una riduzione della temperatura ambiente da 3 a massimo 4 Kelvin.



- K, V convezione ed evaporazione corporea
- S calore irraggiato
- L conduzione termica dai piedi
- K convezione sul pavimento

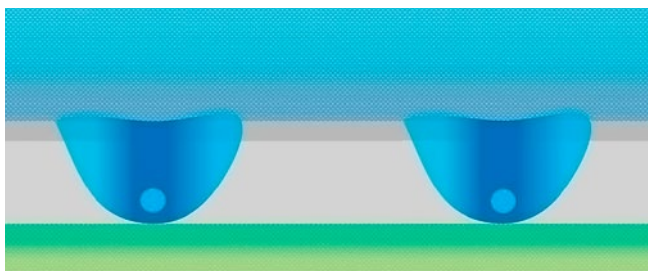
[FIG. 8] Suddivisione del calore ceduto da una persona al pavimento.

In climi afosi, come in Ticino in estate, il raffreddamento attraverso il sistema di riscaldamento a pavimento può comportare però anche un peggioramento del grado di benessere: se infatti la temperatura ambiente viene abbassata senza deumidificazione si avrà un forte aumento dell'umidità relativa dell'aria ambiente. A seconda dei valori impostati per il punto di rugiada, il raffreddamento si spegnerà quindi molto presto per evitare la formazione di condensa. In questo caso conviene analizzare la situazione più nel dettaglio ed eventualmente valutare altre soluzioni di raffreddamento (ad es. con la deumidificazione attraverso la ventilazione).

Strategie di regolazione/ottimizzazione della distribuzione del calore

Per ottenere un elevato grado di comfort quando si raffresca con il riscaldamento a pavimento, occorre essere previdenti. Il raffrescamento non dovrebbe arrivare ad attivarsi solo quando nell'edificio fa già troppo caldo. Idealmente bisognerebbe evitare fin da subito che l'edificio si riscaldi. I moderni sistemi di regolazione svolgono il compito di prevenire il riscaldamento dell'immobile già in una fase precoce. Ogni Watt di energia superflua viene dissipato – anche qui, analogamente al riscaldamento, generalmente quando la temperatura esterna media attiva il raffrescamento al superamento del rispettivo limite. È consigliabile selezionare dei limiti di riscaldamento e raffrescamento sufficientemente distanziati, almeno una media di 4 Kelvin in 24 ore, in modo da non limitare l'intervento termico alla massa del massetto.

La distribuzione disomogenea del freddo sulla superficie del pavimento viene percepita più velocemente in regime di raffrescamento che non di riscaldamento. Per questo si raccomanda una posa a «spirale», con passo ridotto (15 cm), oppure l'uso di deflettori termici. È necessario considerare questi provvedimenti anche per il dimensionamento della cessione del calore.



[FIG. 9] Rappresentazione del flusso del freddo nel massetto.

Nelle case di nuova costruzione i termostati ambiente devono essere dotati della funzione di commutazione riscaldamento/raffrescamento. Negli immobili meno recenti i termostati non dotati di una funzione analoga dovrebbero essere impostati sul valore massimo, per evitare che chiudano le valvole in presenza delle temperature estive (temperature ambiente superiori a 23/24 °C) e consentire così il raffrescamento. L'esperienza mostra tuttavia che è difficile informare adeguatamente l'utente in proposito, con forte rischio di reclami all'inizio della stagione fredda o calda; pertanto si sconsiglia la commutazione manuale tra riscaldamento e raffrescamento. I bagni non dovrebbero essere raffrescati.

Raffrescamento con il riscaldamento a pavimento – aspetti da considerare

- Di principio un immobile a uso abitativo non dovrebbe essere raffrescato: il raffrescamento può avvenire con l'apertura delle finestre la sera, utilizzando sistemi di ombreggiamento o sfruttando la struttura dell'edificio.
- Un raffrescamento passivo è preferibile rispetto a uno attivo.
- Per predisporre un sistema di raffrescamento attivo con una pompa di calore o uno split è necessario richiedere un'autorizzazione.
- Per il raffrescamento attivo con una pompa di calore occorrono componenti aggiuntivi quali accumulatore, valvole ecc.
- Regolazione delle singole stanze: occorrono termostati ambiente con funzione di commutazione riscaldamento/raffrescamento.
- Quando s'impiega un raffrescamento attivo, occorre attenersi a diverse prescrizioni di legge, sia nelle costruzioni nuove che nei risanamenti.
- Evitare il superamento del punto di rugiada*
 - Regolazione del punto di rugiada (> 4 – 5 Kelvin)
 - Curva di raffrescamento con punto base 19 °C
 - Temperatura di mandata fissa ≥ 20 °C
- Isolazione che eviti la formazione di acqua di condensa superficiale, almeno 19 mm per condotte di distribuzione e colonne montanti (promemoria suissetec «Isolazione nella tecnica della costruzione»).

* L'eventuale superamento delle temperature di mandata minime consigliate può avvenire in funzione del rivestimento del pavimento e dietro opportuni accordi con i fornitori, le aziende coinvolte e la committenza. Si raccomanda vivamente di stipulare un accordo di progettazione scritto.

Ulteriori informazioni

- Conferenza dei direttori cantionali dell'energia (CdEN), aiuto dell'esecuzione EN-101 «Copertura del fabbisogno termico nei nuovi edifici» (www.endk.ch)
- Conferenza dei direttori cantionali dell'energia (CdEN), aiuto dell'esecuzione «Protezione termica degli edifici relativamente a SIA 380/1:2016» (www.endk.ch)
- Conferenza dei direttori cantionali dell'energia (CdEN), aiuto dell'esecuzione EN-105 «Impianti di ventilazione» (www.endk.ch)
- Canton Argovia, promemoria «Raffrescamento in edifici ad uso residenziale» (www.ag.ch/de/bvu/energie/bauen_energie/bauen_energie.jsp)
- SvizzeraEnergia, raccomandazione «Impostazioni GeoCooling negli impianti con pompe di calore geotermiche negli edifici residenziali con riscaldamento a pavimento» (www.svizzeraenergia.ch)
- Promemoria suissetec «Isolazione nella tecnica della costruzione»
- Norma SIA 180:2014 «Isolamento termico, protezione contro l'umidità e clima interno degli edifici»

Informazioni

Per eventuali domande o richieste di informazioni ulteriori è possibile rivolgersi al caposettore Riscaldamento di [suissetec](http://suissetec.ch): +41 43 244 73 33, info@suissetec.ch

Autori

Questo promemoria è stato realizzato dalla commissione tecnica Riscaldamento di [suissetec](http://suissetec.ch). Hanno partecipato alla sua realizzazione le seguenti organizzazioni:

DIE PLANER – SITC

DIE PLANER.
RETE PER L'ENERGIA, L'AMBIENTE
E LA TECNICA DELLA COSTRUZIONE

ASF Associazione svizzera
del freddo



ImmoClima Svizzera



APP Associazione professionale
svizzera delle pompe di calore

